

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 37 789.8

Anmeldetag: 17. August 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und System zur Produktionsplanung

IPC: G 06 F 17/60

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Agurks', written over the printed name 'Agurks'.

Agurks

05.08.2002

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und System zur Produktionsplanung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur
15 Produktionsplanung sowie ein Computerprogramm und ein
Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

20 Die Entwicklung neuer Produkte geht idealerweise mit der
Entwicklung der zur Fertigung der Produkte benötigten
Produktionsanlagen einher. Nur auf diese Weise ist es
möglich, bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung
die Planung der Fertigung und Montage zu systematisieren
25 und somit grundlegend zu verbessern.

Verfahren und Methoden, die Techniker bei der Entwicklung
von Produktionsanlagen unterstützen, sind bereits bekannt.

30 In der Druckschrift US 53 273 40 ist bspw. ein Verfahren
zum Steuern einer Produktionsvorrichtung beschrieben. Bei
diesem werden Produktinformationen in Form einer
spezifizierten Produktionszeitdauer bereitgestellt und
außerdem ein erster Produktionserwartungswert berechnet.

Daraus erfolgt das Berechnen der Gesamtzahl von an einem Tag zu fertigenden Produkten. Abschließend werden die Produktionsmaschinen entsprechend angesteuert, damit die geforderte Anzahl produziert werden kann. Die
5 Produktionsvorrichtung kann somit entsprechend den Vorgaben gesteuert werden.

Aus der US-Patentschrift 52 787 50 ist ein Verfahren zum Erzeugen eines Produktionsplans für einen Prozeß, der eine
10 Vielzahl von Produkten erzeugt, bekannt. Die erzeugten Produkte werden wiederum einer Vielzahl von zweiten Prozessen zugeführt. Zur Erstellung des Produktionsplans wird ein Förderwagenlieferzeitplan für Lieferungen und Zeiten verwendet.

15 In der Druckschrift US 49 582 92 ist ein Produktionssteuersystem für eine gemischte Produktionslinie beschrieben. Bei diesem kann der Produktionssteuerablauf unter Berücksichtigung der Teiltransportzeiten zwischen
20 Produktionsstätten geplant werden.

Nachteilig bei den vorstehend erwähnten Verfahren, wie auch bei anderen bekannten Verfahren, wie bspw. das 6-Stufenverfahren nach REFA, VDI-Richtlinien 2221 und 2222,
25 ist, daß diese jeweils nur einzelne Teilaspekte einer kompletten Planung behandeln und daher nicht als durchgängige und ganzheitliche Verfahren anzusehen sind, die eine umfassende Planung idealer und komplexer Produktionen ermöglichen sollen.

30 Außerdem enthalten die bekannten Verfahren keine Systematik bei der Informationsbeschaffung und beschreiben auch nicht die für eine ganzheitliche durchgängige Planung notwendigen Informationen.

Vorteile der Erfindung

Demgegenüber sieht das erfindungsgemäße Verfahren zur
5 Produktionsplanung vor, daß ein Produktionsplanungsablauf
in einzelne Ablaufschritte unterteilt wird, die einzelnen
Ablaufschritte nacheinander durchgeführt werden und nach
jedem erfolgten Ablaufschritt eine Bewertung bzw.
Überprüfung eines Ergebnisses des vorangegangenen
10 Ablaufschritts erfolgt.

Erfindungsgemäß wird somit der Planungsablauf in
überschaubare, vorzugsweise dem jeweiligen
Detaillierungsgrad entsprechende Schritte aufgeteilt. Der
15 aufgrund vieler nicht planbarer externer und interner sich
ändernder Einflußfaktoren dynamische Planungsprozeß wird
für die Beteiligten beherrschbar und überschaubar. Somit
ist eine durchgängige Systematik zur ganzheitlichen Planung
idealer und komplexer Produktionen gegeben.

20

Die durchgängige Planungssystematik (DPS) zeichnet sich im
wesentlichen durch folgende Elemente aus:

- Der Detaillierungsgrad ist abhängig vom
25 Projektfortschritt (Trennung von wesentlichen und
unwesentlichen).
- Ein frühestmöglicher Start eines jeden
Planungsschritts ist möglich (Cooperative
30 Engineering).
- Es sind jederzeit aktuelle Daten vorhanden.

- Ein redundanzfreies Datenmanagement ist für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit gewährleistet.
- Die Idealplanung ist fester Bestandteil des Verfahrens.
- Es erfolgt eine Risikoabschätzung.
- Es sind Bewertungsanalysen vorgesehen.
- Es sind sowohl eine top-down- als auch eine bottom-up-Vorgehensweise sowie Kombinationen dieser Vorgehensweisen möglich.
- Es sind Wertanalysen vorgesehen.
- Es erfolgt eine Analyse der fertigungs- und montagegerechten Produktgestaltung.
- Eine zielorientierte Planung ist gegeben.
- Eine Wertschöpfungsanalyse ist vorgesehen.
- Eine Reduzierung der Komplexität ist zu erreichen.
- Eine Integration in bestehende Tool- und Methodenlandschaften ist möglich.
- Das Verfahren ist standortunabhängig einsetzbar.

In Ausgestaltung gliedert sich das erfindungsgemäße Verfahren in folgende Ablaufschritte:

1. Durchführen einer Marktanalyse

2. Ausführen eines Wertgestaltungsprozesses
3. Aufstellen von Projektprämissen
4. Durchführen einer Produktanalyse
5. Erstellen eines Prozeßgraphen
- 5 6. Erstellen eines Strukturkonzepts
7. Erarbeiten eines Fertigungskonzepts
8. Erstellen eines Groblayouts

Es kann vorgesehen sein, daß einzelne Schritte bei Bedarf
10 mehrfach durchlaufen werden.

Bei den Projektprämissen wird vorzugsweise zwischen
wesentlichen und notwendigen Prämissen unterschieden.

15 Zur Beurteilung der Ergebnisse der einzelnen Ablaufschritte
werden Bewertungen durchgeführt. Dabei wird bevorzugt nach
jedem Ablaufsschritt eine statische Bewertung durchgeführt.

In Ausgestaltung der Erfindung wird nach Erstellen des
20 Groblayouts zusätzlich eine dynamische/stochastische
Bewertung, eine sogenannte Ablaufsimulation, durchgeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise in einen
Produktentstehungsprozeß eingebunden durchgeführt.

25

Das erfindungsgemäße System dient zur Produktionsplanung
und insbesondere zur Durchführung des vorstehend
beschriebenen Verfahrens. Es weist eine Schnittstelle zur
Aufnahme von Benutzervorgaben und eine Recheneinheit zur
30 Durchführung von Bewertungen der Ergebnisse einzelner
Ablaufschritte auf.

Das erfindungsgemäße Computerprogramm umfaßt
Programmcodemittel, um alle Schritte des erfindungsgemäßen

Verfahrens durchzuführen. Dieses kommt auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit zur Ausführung.

Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt umfaßt diese
5 auf einem computerlesbaren Datenträger gespeicherten
Programmcodemittel. Als geeignete Datenträger kommen
EEPROMs und Flashmemories, aber auch CD-ROMs, Disketten
sowie Festplattenlaufwerke zum Einsatz.

10 Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben
sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die
nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der
15 jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen
Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne
den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Zeichnung

20

Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der
Zeichnung dargestellt und wird im folgenden unter
Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

25 Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines
erfindungsgemäßen Systems in schematischer
Darstellung.

Figur 2 zeigt in einem Flußdiagramm einen bevorzugten
30 Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahren.

Figur 3 zeigt beispielhaft eine mögliche Entwicklung von
Stückzahlen.

Figur 4 zeigt in einem Flußdiagramm einen möglichen, erfindungsgemäß erstellten Prozeßgraphen.

Figur 5 zeigt in einem Flußdiagramm ein mögliches
5 Fertigungskonzept.

Figur 6 zeigt ein Auslastungsdiagramm.

Figur 7 verdeutlicht die Einbindung des erfindungsgemäßen
10 Verfahrens in einen Produktentstehungsprozeß.

In Figur 1 ist schematisch eine bevorzugte Ausführungsform
des erfindungsgemäßen Systems, insgesamt mit der
Bezugsziffer 10 bezeichnet, dargestellt. Dieses System 10
15 weist eine Recheneinheit 12, eine Speichereinrichtung 14
und eine Schnittstelle 16 auf, die über eine Datenleitung
18 miteinander verbunden sind.

Die Schnittstelle 16 dient zur Aufnahme von
20 Benutzervorgaben, die bspw. über eine Tastatur (nicht
dargestellt) eingegeben werden können. Die Recheneinheit 12
ermöglicht die Durchführung von Bewertungen der Ergebnisse
einzelner Ablaufschritte in einem
Produktionsplanungsprozeß. Die dazu benötigten Daten und
25 Programme sind in der Speichereinrichtung 14 abgelegt.
Zweckmäßigerweise ist eine Anzeigeeinheit (nicht
dargestellt) zur Visualisierung der Vorgaben und Ergebnisse
vorgesehen.

30 In Figur 2 ist der methodische Ablauf eines
erfindungsgemäßen Verfahrens wiedergegeben. Zu beachten
ist, daß die nachfolgend erläuterten Ablaufschritte bei
Bedarf auch mehrfach durchgeführt werden können. Zur

Beurteilung der Planungsergebnisse der einzelnen Schritte sind jeweils Bewertungen vorgesehen.

Im folgenden werden die einzelnen Ablaufschritte näher
5 beschrieben.

Mit einem Schritt 20 beginnt die Entwicklung, bei der Ergebnisse einer mit einem Feld 22 gekennzeichneten Vorplanungsphase verwertet werden. Der Vorgang endet mit
10 einem Schritt 24, nämlich der Feinplanung. Nachfolgend wird insbesondere auch die Vorplanungsphase 22 eingegangen:

In einem Schritt 26 wird eine Marktanalyse durchgeführt. In dieser werden die Absatzchancen und Kundenwünsche eines
15 geplanten Produkts analysiert und auf diese Weise die Grundlage für eine kundenorientierte Produktentwicklung geschaffen. Die Ergebnisse der Marktanalyse, wie zu erwartende Absatzentwicklung, Zielkosten und die technischen Spezifikationen, werden in einem Schritt 28 als
20 Projektprämissen gesammelt und für weitere Planungsschritte verwendet.

In einem Schritt 30 erfolgt der Wertgestaltungsprozeß, der vorzugsweise die Teilschritte Funktionsanalyse,
25 Ideenfindung, Morphologie und Produktentwurf umfaßt. Die Funktionsanalyse setzt dabei die Kunden- und Marktanforderungen in detaillierte Funktionsbeschreibungen des neuen Produkts um. Unter Verwendung eines morphologischen Kastens werden denkbare
30 Lösungsmöglichkeiten kombiniert und hinsichtlich ihrer technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit in einem Schritt 32 bewertet.

Einzelfunktionen werden mit Kostenbewertungen versehen, um eine Grundlage für die Wirtschaftlichkeit des geplanten Produkts zu erhalten. Die verworfenen Lösungen werden vorzugsweise dokumentiert, um bei veränderten

- 5 Marktanforderungen auf bereits erarbeitete alternative Lösungsansätze zurückgreifen zu können. Das Resultat ist ein Produktentwurf, in dem das Ergebnis verbal und mit Skizzen beschrieben ist. Die Produktkonstruktion setzt diese Vorgaben in konkrete Zeichnungen und Modelle um.

10

Basis der für die Produktionsstättenplanung festzulegenden Prozeß- und Maschinengrößen sind Randbedingungen, die vorzugsweise orts- und zeitabhängig sind. Diese Randbedingungen werden auch als Projektprämissen bzw.

- 15 Prämissen bezeichnet.

Bei Prämissen unterscheidet man zwischen wesentlichen Prämissen, die für die Kalkulationen maschinenrelevanter Ergebnisse eine Rolle spielen, und den notwendigen

- 20 Prämissen, die lediglich informativen Charakter haben. Diese Prämissen dienen dem Fertigungsplaner gleichzeitig als Fragebogen, welche Daten für eine Planung notwendig sind.

- 25 Wesentliche Prämissen:

- Die zeitlich abhängige Größe eines Schichtmodells mit dessen unterschiedlich gültigen Arbeitstagen pro Jahr ist Basis für die Zeit, die für die Produktion zur Verfügung
- 30 steht. Unterschieden werden diese Schichtmodelle durch unterschiedliche Bezeichnungen bzw. Variablen. Je nach Standort können n Schichtmodelle angelegt werden. Das Schichtmodell kann selbstverständlich jederzeit zusätzlich dokumentiert werden.

Eine weitere zeitlich abhängige Größe, die wesentlichen Einfluß auf die Planung der Produktion hat, ist die Festlegung der Stückzahlentwicklung oder technischen
5 Planzahl in einer TPZ-Kurve, die die Menge der zu produzierenden Güter wiedergibt. Wagnisfaktoren für Maschinen und Anlagen (MAE) und Mitarbeiter können als Sicherheitsfaktoren in Abhängigkeit von einem Gültigkeitszeitraum und der TPZ-Kurve in Prozent definiert
10 werden.

Eine weitere wesentliche Prämisse ist die Festlegung der Entgeltgruppe mit den dazugehörenden Jahresverdiensten als Basis für die Ermittlung der lohnrelevanten Kosten.
15 Flächenkosten und Flächennebenkosten werden flächenspezifisch angegeben.

Die benötigten Medien wie Strom, Druckluft, Kühlwasser usw. können bereits in den Prämissen festgelegt und mit
20 Einheiten abhängigen Basispreisen der späteren Kalkulation zur Verfügung gestellt werden.

Notwendige Prämissen:

25 Zur Standortbeschreibung und der zur Verfügung stehenden Raummaße werden bspw. Fläche, Raumhöhe, Torbreite und Torhöhe und maximale Flächenlast angegeben. Zur Beschreibung der Medienversorgung werden vorhandene Spannungen inklusive Toleranz, Frequenz inklusive Toleranz
30 und Druckluft inklusive Toleranz angegeben. Außerdem werden die Umgebungsbedingungen mit der minimalen und maximalen Ist-Temperatur und der minimalen und maximalen Soll-Temperatur und der vorhandenen Luftfeuchtigkeit

beschrieben. Diese Standortvariablen können jederzeit zusätzlich dokumentiert werden.

Die Basisplanung der Produktionsstätte erfolgt mit einem
5 Haupterzeugnis. Erzeugnisvarianten als Untergruppen werden nominell in den Prämissen beschrieben.

Die Beschreibung des Kunden in den Prämissen beschränkt sich auf dessen Benennung mit Anlieferstandort,
10 Vorlaufzeit, Anliefergröße, Anlieferintervall, Verpackung, Freigabeprozedur und sogenanntem local content in Prozent. Alle diese Größen haben für den Techniker bzw. Planer Erinnerungscharakter mit rein beschreibender Dimension. Diese Dimensionen können jederzeit mit zu beschreibenden
15 spezifischen Kundeneigenschaften erweitert werden.

Das Projekt wird einerseits durch dessen Projektteam mit entsprechenden Verantwortlichkeiten und andererseits durch Projektziele und Vorgaben beschrieben. Projektmanagement an
20 sich wird mittels der ganzheitlichen Produktionsvorplanung nicht abgedeckt. Ein Beispiel für eine mögliche Stückzahlentwicklung ist in Figur 3 wiedergegeben.

Allen Prämissen können im Laufe der Entwicklung wichtige
25 Dokumente zugeordnet und über Verweise wiedergefunden werden.

In einem Schritt 34 (Figur 2) erfolgt die Produktanalyse, die während der Produktkonstruktion typischerweise mit
30 verantwortlichen Mitarbeitern aus der Produktionsplanung und Entwicklung durchgeführt wird. Das Produkt, für das die Fertigung geplant werden soll, wird dabei beschrieben. Sämtliche Bauteile und Gruppen werden systematisch hinsichtlich Geometrie, Kosten, fertigungs- und

montagetechnische Kriterien (Demontierbarkeit,
Positionierung, Beschädigungsgefahr, Variantenvielfalt
usw.) und logistischen Informationen (Masse,
Packungsdichte, Magazinier- und Stapelfähigkeit usw.)
5 analysiert.

Anschließend erfolgt in einem Schritt 36 bei der Erstellung
eines Prozeßgraphen die Definition der Prozesse, die
notwendig sind, um das Produkt zu fertigen und zu
10 montieren. Die Prozesse werden ihrer Reihenfolge nach
entsprechend in einem Flußdiagramm modelliert. Dabei
existieren unterschiedliche Prozeßarten, nämlich
wertschöpfende Prozesse, nicht wertschöpfende Prozesse
(Hilfsprozesse, die zur Herstellung des Teils unbedingt
15 notwendig sind) und erforderliche Prüfprozesse.

Figur 4 zeigt beispielhaft einen Prozeßgraphen. In einem
wertschöpfenden Prozeß 100 erfolgt "CFK abwickeln". In
einem weiteren wertschöpfenden Prozeß 102 erfolgt "CFK
20 portionieren". Darauf erfolgt in einem nicht
wertschöpfenden Prozeß 104 "CFK aufbereiten". Dann wird
wiederum in einem wertschöpfenden Prozeß 106 "CFK mit Paste
mischen" durchgeführt.

25 Parallel dazu wird in einem wertschöpfenden Prozeß 108
"Werkstoffe mischen" ausgeführt. In einem wertschöpfenden
Prozeß 110 erfolgt dann "chemisch behandeln". Darauf folgt
in einem wertschöpfenden Prozeß 112 "Zerkleinern", in einem
nicht wertschöpfenden Prozeß 114 "Aufbereiten" und dann in
30 einem wertschöpfenden Prozeß 116 "Gießen".

In einem zweiten Abschnitt erfolgt in einem wertschöpfenden
Prozeß 118 "Drucken", in einem prüfenden Prozeß 120 "Druck
prüfen" und abschließend in einem wertschöpfenden Prozeß

122 "Stanzen" und einem weiteren wertschöpfenden Prozeß 124
ebenfalls "Stanzen".

Der Prozeßgraph ist lösungsneutral, was bedeutet, daß
5 bewußt offen gelassen wird, mit Hilfe welcher Einrichtung
der Prozeß realisiert werden soll. Somit ist der
Prozeßgraph unabhängig von Standort, Automatisierungsgrad
usw. für verschiedene Fertigungen gültig.

10 Jeder Prozeß des Graphen wird dabei mit Hilfe fest
vorgegebener Informationen beschrieben. Dazu gehören unter
anderem die Prozeßdauer (geschätzt), die
Prozeßklassifizierung (Kern-, Schlüssel- und
Standardtechnologie), die Prozeßrisiken und den Prozeß
15 beschreibende Parameter (beispielsweise erforderliche
Positioniergenauigkeit beim Fügen oder Einpreßkraft).

Alternativen, wie bspw. hinsichtlich Fügefolge oder
Technologie, werden mitberücksichtigt und in einem Schritt
20 38 (Figur 2) hinsichtlich des Wertschöpfungsanteils, der
Prozeßrisiken usw. bewertet.

Auf Basis der in den vorangegangenen Schritten gewonnen
Informationen wird in einem Schritt 40 ein Strukturkonzept
25 für die zu planende Fertigung erstellt. Insbesondere wird
dabei die Struktur der Fertigung und Montage (Aufteilung
der Fertigungseinheiten, Linien usw.), die Entscheidung, ob
eine Eigenfertigung durchgeführt wird oder ein Fremdbezug
vorgezogen wird, das Hochlaufkonzept, die Puffergrößen
30 zwischen Fertigungseinheiten, die Zieltaktzeichen und die
Investitionsobergrenzen definiert.

In einem Schritt 42 erfolgt dann eine statische Bewertung
der Ergebnisse.

Anschließend erfolgt in einem Schritt 44 das Erarbeiten des Fertigungskonzepts. Hierbei wird aus dem Prozeßgraphen unter Berücksichtigung der Vorgaben aus dem Strukturkonzept
5 das Fertigungskonzept abgeleitet. Dargestellt wird das Fertigungskonzept als weiteres Flußdiagramm, wie bspw. in Figur 5 wiedergegeben, wobei jedes Element eine Ressource symbolisiert.

10 Es gibt folgende Ressourcenarten:

- Maschine (wertschöpfend),
- Maschine (nicht wertschöpfend),
- Prüfstation,
- 15 - Puffer,
- Transport (verkettet),
- Transport (nicht verkettet),
- Transportmittel mit Arbeiter.

20 Jede Ressource wird hierbei geplant und beschrieben. Außerdem wird festgelegt, mit Hilfe welcher Maschinen die in dem Prozeßgraphen definierten Prozesse ausgeführt werden. Im Rahmen dessen werden folgende Informationen
L ✓ gesammelt:

- 25
- Arbeitsablauf innerhalb der Station,
 - Maschinentakt,
 - Auslastung der Maschine (unter Berücksichtigung der Stückzahlentwicklung),
 - 30 - Kosten der Maschine (Investitionen und laufende Kosten),
 - Abmessungen,
 - Medienversorgung,
 - Maschinenparameter,

- Maschinenrisiken.

Darüber hinaus werden für den verketteten Transport weitere Daten benötigt:

5

- Beschreibung der Werkstückträger,
- Bandabmessungen und Geschwindigkeit.

Die Ressourcenarten in dem Puffer, dem Transport (nicht
10 verkettet) und dem Transportmittel dienen der
Logistikplanung. Bei diesen werden für jedes Bauteil und
jede Baugruppe unter anderem das Transporthilfsmittel und
die Transportstrecke definiert. Ergebnisse sind z.B. der
Transportaufwand und/oder die Anlieferfrequenz und somit
15 der Bedarf an Betriebsmitteln.

Des weiteren wird der Mitarbeiterereinsatz geplant, wobei
jede Stelle mit einer Reihe von Informationen beschrieben
werden kann, wie Qualifikation, Arbeitsinhalte,
20 Schichtmodell usw..

Die Informationen der einzelnen Ressourcen werden
aggregiert, so daß das Fertigungskonzept unter
verschiedenen Gesichtspunkten bewertet werden kann, wie
25 bspw. Investitionen, Mitarbeiterereinsatz, Prozeß- und
Qualitätsrisiken, Medienverbräuche, Transportaufwand und
Kosten sowie Anlagenauslastung usw..

Weiterhin können mögliche alternative Konzepte
30 (verschiedene Stückzahl Szenarien, Automatisierungsgrade,
Standorte usw.) erstellt, miteinander verglichen und in
einem Schritt 46 bewertet werden. Ergebnis ist ein
Blockschaltbild mit allen Abläufen und dazugehörigen
Datenblättern, die die einzelnen Ressourcen beschreiben.

Die Ergebnisse können mit den Zielvorgaben, bspw. aus dem Strukturkonzept, verglichen werden.

5 In einem Schritt 48 werden nach der Erarbeitung und Auswahl des Fertigungskonzepts die einzelnen Ressourcen entsprechend ihren in dem Fertigungskonzept definierten Abmessungen in einem Groblayout dargestellt. Die Ressourcen können dabei in ein existierendes Hallenlayout integriert und verschoben werden, bis das gewünschte Layout erreicht
10 ist. Auch hier können aus einem Fertigungskonzept verschiedene Layoutvarianten generiert werden.

Jede Ressource aus dem Fertigungskonzept wird durch ein entsprechendes Layoutelement ersetzt. Zur Darstellung der
15 verwendeten Ressourcen werden verschiedene Grafikelemente definiert, die in ihrer Größe variabel sind. Diese Elemente sind:

- manueller Arbeitsplatz,
- 20 - Automatikstation,
- Roboterstation,
- Rundtisch,
- Bandstücke,
- Bearbeitungszentrum,
- 25 - Zuführung,
- Kisten,
- Gitterboxen,
- Regale,
- Mitarbeiter,
- 30 - Schaltschrank,
- weitere geometrische Grundkörper.

Die Elemente können selbstverständlich beliebig angeordnet und ergänzt werden. Im Verlauf der weiteren Planung

(Feinplanung) werden dann diese Ressourcen schrittweise konkretisiert.

In einem Schritt 50 erfolgt anschließend eine zusätzliche
5 dynamische/stochastische Bewertung des Groblayouts anhand
einer in einem Schritt 52 durchgeführten Ablaufsimulation.
Diese unterstützt die Absicherung bzw. Optimierung des
Planungsergebnisses (Investitionen, Kapazitäten usw.). Dazu
wird aus dem Groblayout sowie mit im Fertigungskonzept
10 gewonnenen Daten ein Simulationsmodell generiert.
Voraussetzung hierfür ist die Angabe simulationsrelevanter
Parameter, wie Ausschußquote, Störzeiten, Puffergrößen
usw.. Aus den Ergebnissen der Ablaufsimulation, bspw. den
Stör- und Wartezeiten der einzelnen Stationen, können
15 wichtige Rückschlüsse hinsichtlich möglicher
Engpaßstationen gezogen werden.

Ein Auslastungsdiagramm ist beispielhaft in Figur 6
wiedergegeben. In diesem bezeichnet ein erster Bereich 150
20 "keinen Auftrag", ein zweiter Bereich 152 "Arbeiten", ein
dritter Bereich 154 "Gestört" und ein vierter Bereich 156
"Rüsten".

Nach der Aufstellung der Projektprämissen und der
25 Durchführung der Produktanalyse beginnt mit der Erstellung
des Prozeßgraphen die eigentliche Planung. Nach Beendigung
eines jeden Schritts erfolgt eine Bewertung, und zwar
entweder ein Vergleich und die Auswahl der besten
Alternativen oder ein Abgleich mit den Zielvorgaben. Bei
30 Nichterfüllung muß eventuell ein oder es müssen mehrere
Schritte neu durchlaufen werden. Dies gilt auch im Falle
von deutlichen Änderungen der Prämissen bzw. bei
konstruktiven Änderungen des Produkts.

Die einzelnen Schritte folgen also sequentiell aufeinander, es können jedoch auch Rekursionsschleifen erforderlich sein. Die Verabschiedung des Funktionsgraphen, des Prozeßgraphen, des Strukturkonzepts, des Fertigungskonzepts und des Groblayouts stellen wesentliche Punkte im Planungszyklus dar.

Das Ergebnis der Vorplanung ist ein maßstäbliches Layout der Fertigungsstruktur mit der Beschreibung aller darin enthaltenen Ressourcen und verschiedenen über das gesamte Fertigungskonzept gültigen Abschätzungen. Die Abschätzungen für das gesamte Fertigungskonzept sind:

- MAE-Investitionen, differenziert nach einmaligen und laufenden Kosten,
- Mitarbeiterabschätzung, differenziert nach direkten und indirekten MA mit entsprechenden Stellenkosten,
- Medienverbrauchabschätzung, differenziert nach Durchschnittsverbrauch und jährlichen Kosten,
- Flächenbedarfabschätzung.

Die Ressourceninformationen bilden die Grundlage für die Feinplanung des Fertigungskonzepts und werden an die jeweiligen Stellen, nämlich die Betriebsmittelkonstruktion und die Betriebsmittelbeschaffung, weitergegeben. Die Abschätzungen sind die Grundlage für die Investitionsentscheidung und die Projektrechnung der Planung.

Die im Rahmen der Vorplanung gewonnenen Erkenntnisse werden an die Betriebsmittelkonstruktion, die Arbeitssystemplanung und/oder die Logistikplanung weitergegeben. Somit wird die Planung schrittweise konkretisiert.

In Figur 7 ist die Einbindung der Vorplanung in den Produktentstehungsprozeß dargestellt. Idealerweise findet parallel zur Entwicklung des Produkts die Vorplanung der Produktion statt. Somit wird eine Einflußnahme auf die
5 Produktgestaltung unter fertigungs- und montagetechnischen Gesichtspunkten gewährleistet.

In einem ersten Ablauf 200 erfolgt die Produktentwicklung und parallel dazu in einem zweiten Ablauf 202 die
10 Produktionsentwicklung.

Im Rahmen der Produktentwicklung wird in einem ersten Schritt 204 das Pflichtenheft erstellt. Anschließend wird in einem weiteren Schritt 206 das sogenannte B-Muster
15 gefertigt. Dann erfolgt in einem Schritt 208 die Fertigung des C-Musters und die EZ-Freigabe.

Parallel dazu erfolgt in einem Schritt 210 die Vorplanung, in einem Schritt 212 die Feinplanung und in einem Schritt
20 214 der virtuelle Serienstart.

Abschließend beginnt in einem Schritt 216 die Produktion mit Mengenhochlauf 218 und Serienstart 220.

05.08.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur Produktionsplanung, bei dem ein Produktionsplanungsablauf in einzelne Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) unterteilt wird, die einzelnen Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) nacheinander durchgeführt werden und nach jedem
15 Ablaufschritt (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) eine Bewertung eines Ergebnisses des vorangegangenen Ablaufschritts (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) erfolgt.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem einzelne Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) bei Bedarf mehrfach durchlaufen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem nach jedem
25 der Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) eine statische Bewertung (32, 38, 42, 46) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, das die
30 Ablaufschritte (26, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) Durchführen einer Marktanalyse (26), Ausführen eines Wertgestaltungsprozesses (30), Aufstellen von Projektprämissen (28), Durchführen einer Produktanalyse (34), Erstellen eines Prozeßgraphen (36), Erstellen eines

Strukturkonzepts (40), Erarbeiten eines Fertigungskonzepts (44) und Erstellen eines Groblayouts (48) umfaßt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die
5 Projektprämissen (28) wesentliche und notwendige Projektprämissen umfassen.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem nach
Erstellen des Groblayouts (48) eine zusätzliche Bewertung
10 (50) durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die zusätzliche
Bewertung (50) als eine dynamische und stochastische
Bewertung (50) durchgeführt wird.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, das in
einen Produktentstehungsprozeß eingebunden durchgeführt
wird.

20 9. System zur Produktionsplanung, insbesondere zur
Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1
bis 8, mit einer Schnittstelle (16) zur Aufnahme von
Benutzervorgaben und einer Recheneinheit (12) zur
Durchführung von Bewertungen von Ergebnissen einzelner
25 Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52).

10. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um alle
Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8
durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer
30 oder eine entsprechenden Recheneinheit (12), insbesondere
einer elektronischen Recheneinheit (12) in einem System
(10) nach Anspruch 9, ausgeführt wird.

11. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die
auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um
ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8
durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer
5 oder auf einer entsprechenden Recheneinheit (12),
insbesondere einer elektronischen Recheneinheit (12) in
einem System (10) nach Anspruch 9, ausgeführt wird.

05.08.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren und System zur Produktionsplanung

10 Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Produktionsplanung vorgestellt, bei dem ein Produktionsplanungsablauf in einzelne Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) unterteilt wird, die einzelnen Ablaufschritte (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) nacheinander durchgeführt werden und nach jedem Ablaufschritt (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) eine Bewertung eines Ergebnisses des vorangegangenen Ablaufschritts (26, 28, 30, 34, 36, 40, 44, 48, 52) erfolgt. Des weiteren werden ein System zur Durchführung des Verfahrens sowie ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt beschrieben.

(Figur 2)

25

FIG. 1

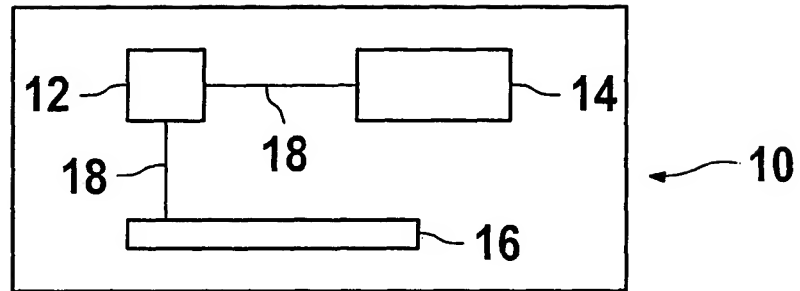
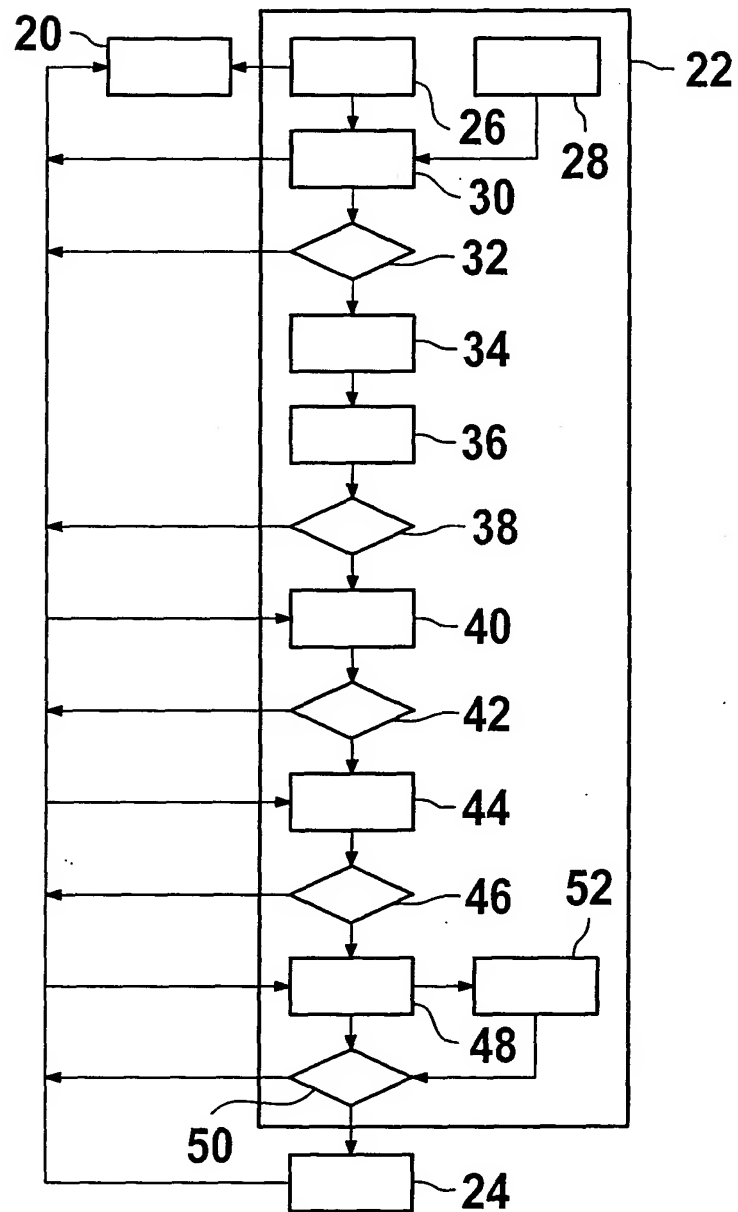


FIG. 2



2. 42175

FIG. 3

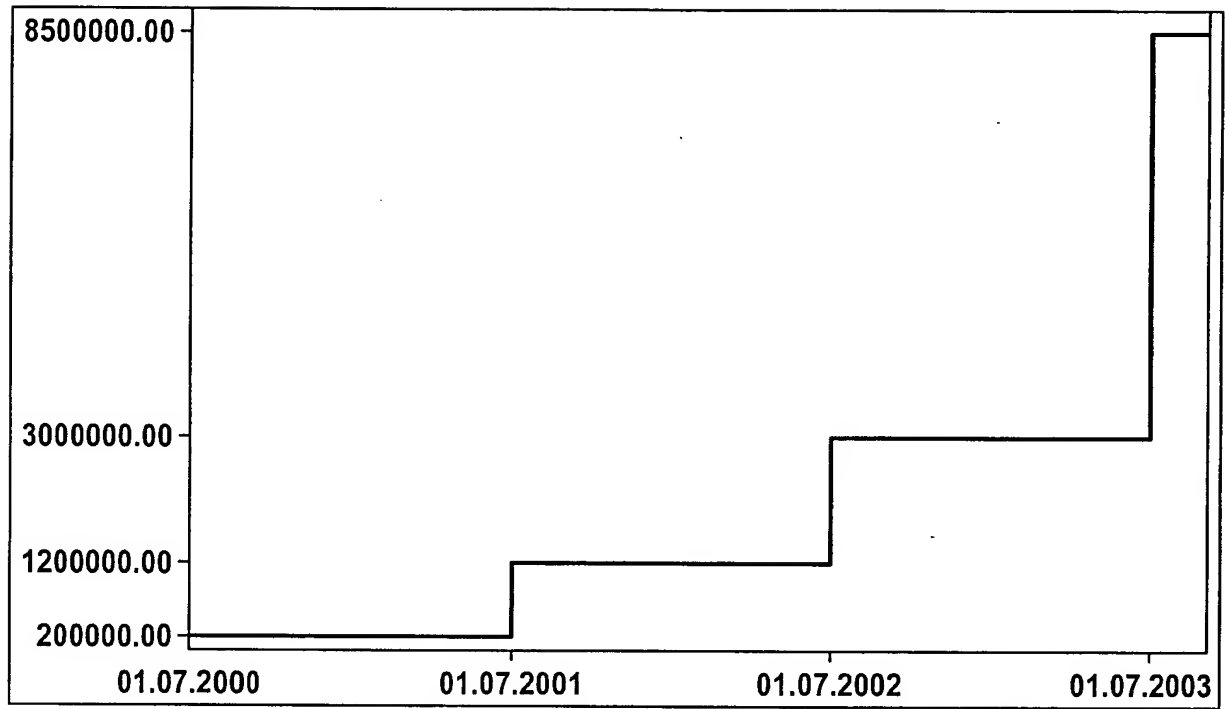
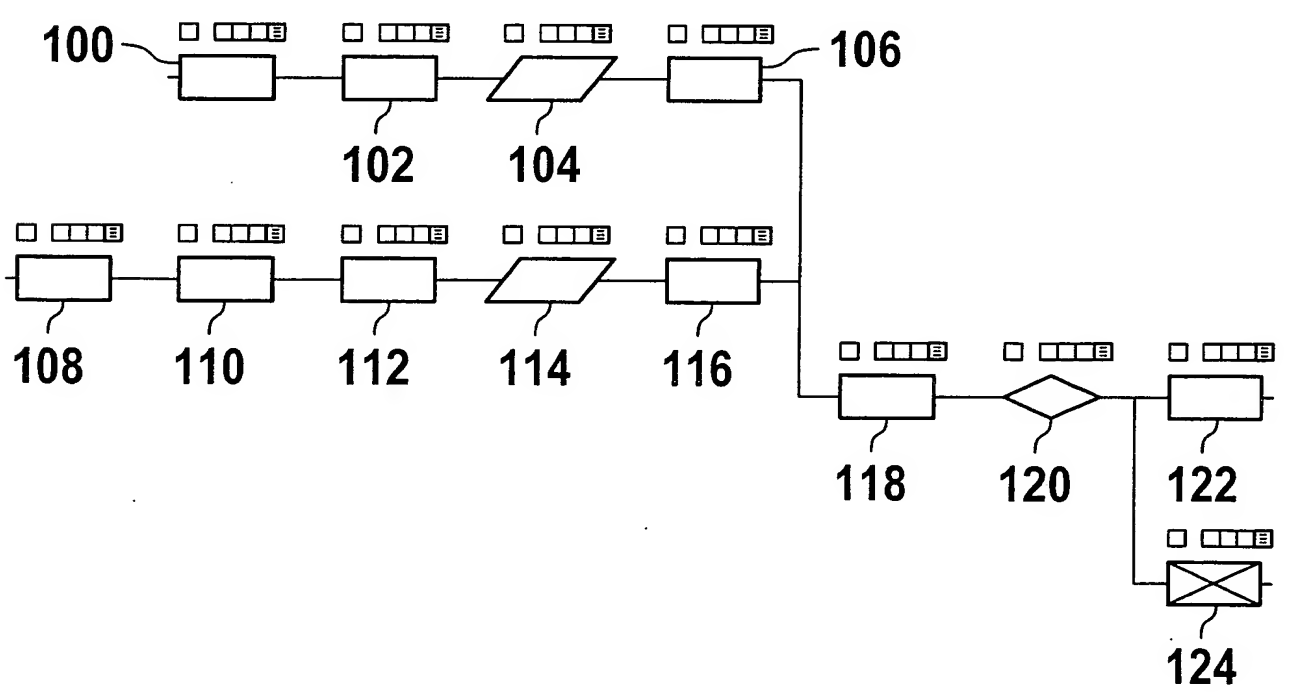


FIG. 4



2. 42175

3 / 5

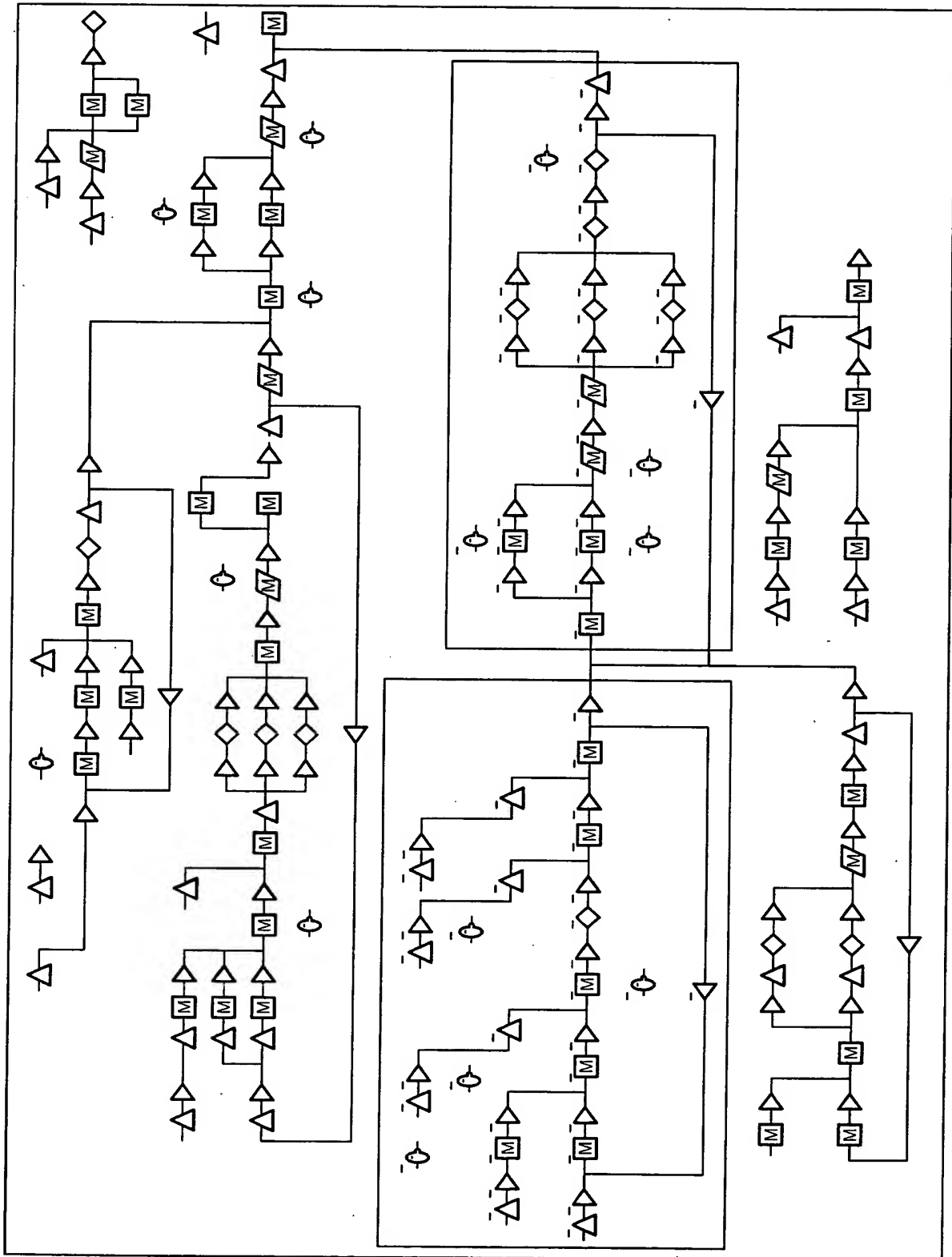


FIG. 5

2. 42175

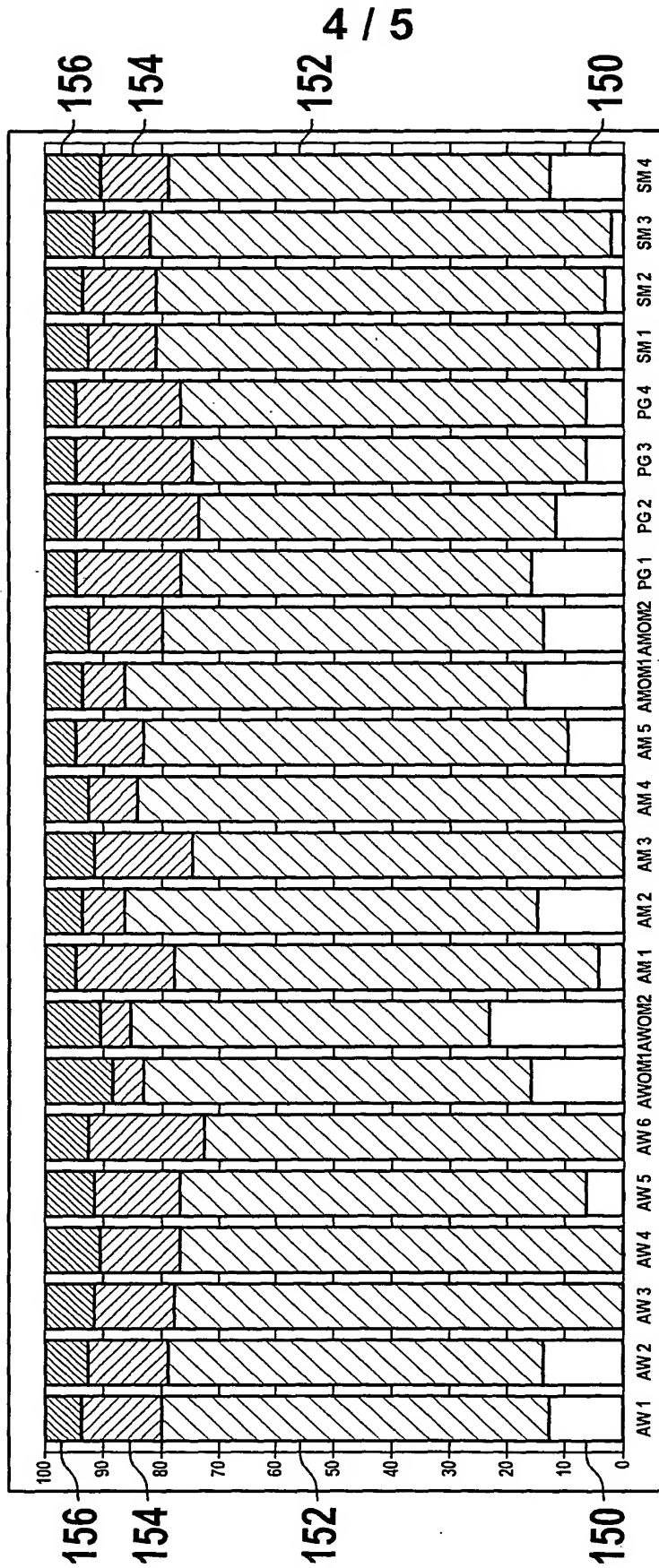


FIG. 6

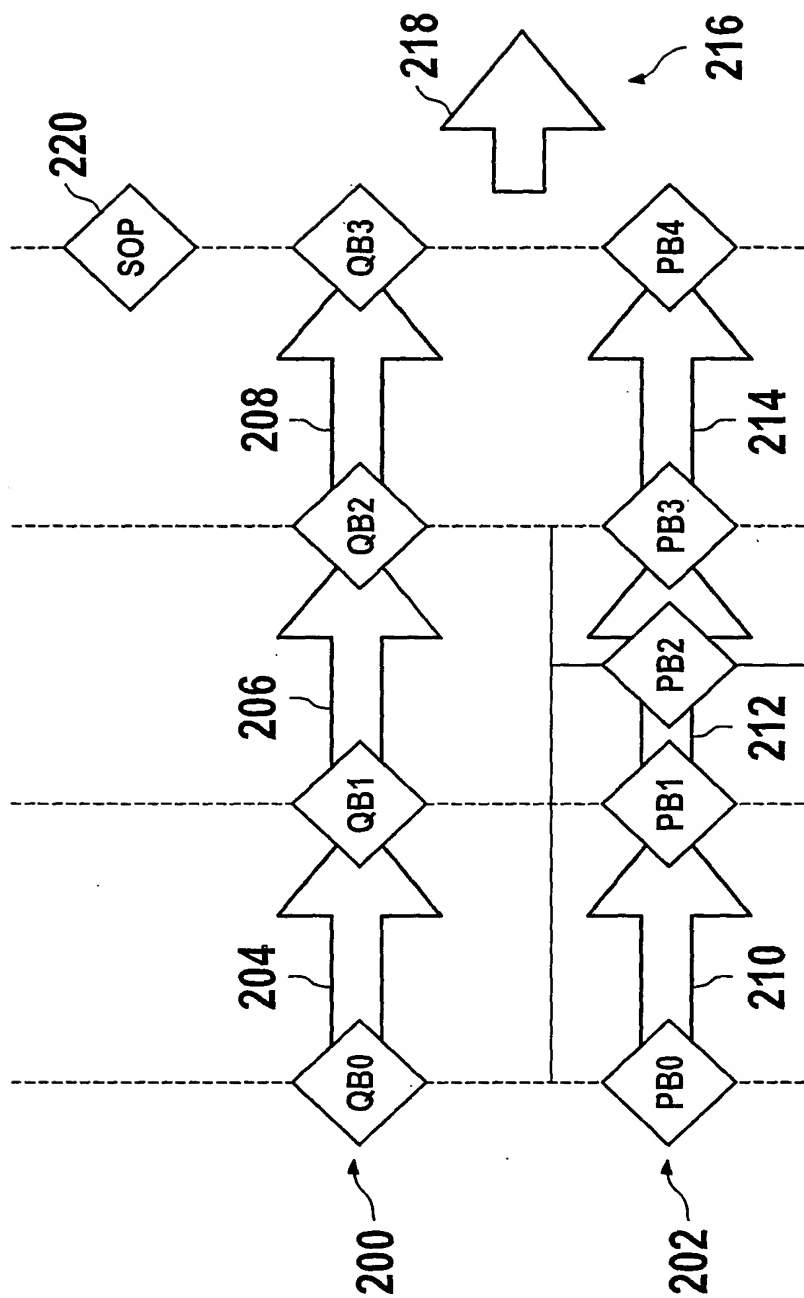


FIG. 7